

(12)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-115201

(43)Date of publication of application : 27.04.1999

(51)Int.Cl.

B41J 2/175

(21)Application number : 09-284128

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 16.10.1997

(72)Inventor : KOIKE HISAYUKI

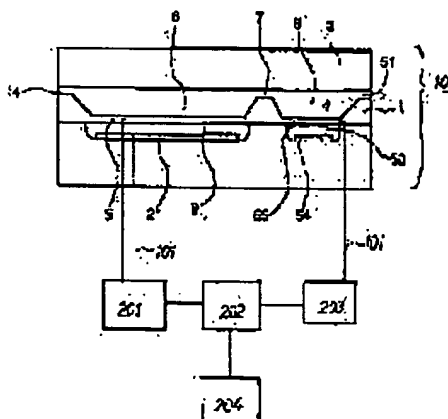
KOBAYASHI NAOKI

### (54) INK JET RECORDER WITH INK END DETECTOR

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ink jet recorder having an ink end detector in which ink in a cartridge can be used thoroughly by detecting the ink end accurately.

**SOLUTION:** An ink jet head 10 comprises a plurality of nozzles 4, ink jet chambers 6 communicating with respective nozzles 4, and a reservoir 8 communicating with the ink jet chambers 6. An ink drop is jetted from the nozzle 4 by generating a pressure in the ink jet chamber 6. A diaphragm 55 deformable depending on the pressure in the chamber is formed at a part of the reservoir 8. Variation in the capacitance between the diaphragm 55 and an electrode 54 facing each other is detected by a detection circuit 203 and ink end is notified to a user by an ink end notifying means 204 when the variation of capacitance exceeding a specified level is detected.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.06.2004

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 12.07.2004

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 1 5 2 0 1

(43) 公開日 平成11年(1999)4月27日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 4 1 J 2/175

B 4 1 J 3/04 1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 4 O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-284128

(22) 出願日 平成9年(1997)10月16日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 小池 久幸

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコー

エプソン株式会社内

(72) 発明者 小林 直樹

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコー

エプソン株式会社内

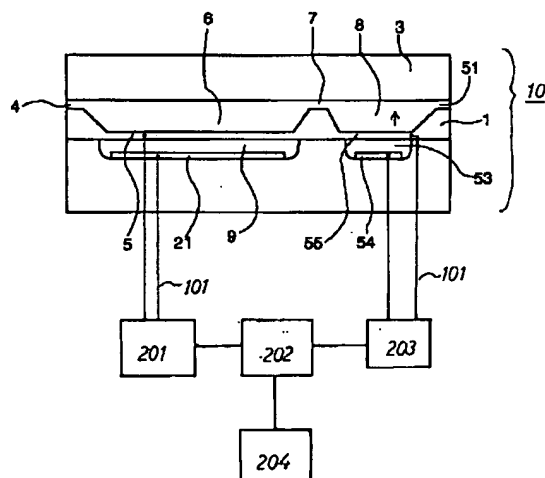
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 インクエンド検出器を備えたインクジェット記録装置

(57) 【要約】

【課題】 インクエンドを精度良く検出し、カートリッジ内のインクを無駄なく使用できるインクエンド検出器を備えたインクジェット記録装置を提供する。

【解決手段】 インクジェットヘッド 1 0 は、複数のノズル 4 と、各ノズルに連通する吐出室 6 と、吐出室 6 に連通するリザーバ 8 とを備えている。吐出室 6 内に圧力を発生させることにより、ノズル 4 よりインク液滴が吐出される。リザーバ 8 の一部には、室内の圧力に応じて変形可能なダイヤフラム 5 5 が形成されている。ダイヤフラム 5 5 と、これに対向する電極 5 4 間の静電容量の変化を検出回路 2 0 3 で検出し、所定値以上の静電容量の変化を検知したときにインクエンド報知手段 2 0 4 によりユーザにインクエンドを知らせる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノズルと、該ノズルの各々に連通する独立の吐出室と、該吐出室に連通する共通インク室とを備え、前記吐出室内に圧力を発生させて前記ノズルよりインク液滴を吐出するインクジェット記録装置において、

前記共通インク室の一部に形成された、室内の圧力に応じて変形可能なダイヤフラムと、

前記ダイヤフラムの形状の変化を検出するインクエンド検出手段を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のインクジェット記録装置において、該ダイヤフラムに空隙をもって対向する電極を更に備え、前記インクエンド検出手段は、前記ダイヤフラムと電極間の間隔の変化に応じて変化するダイヤフラム-電極間の静電容量の変化を検出し、所定量の変化があったときにインクエンドを認識することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載のインクジェット記録装置において、前記インクエンド検出手段は、基準電圧を前記ダイヤフラム-電極間に印加する手段と、該ダイヤフラム-電極間の電圧の変化を検出する手段を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載のインクジェット記録装置において、前記インクエンド検出手段は、前記ダイヤフラム-電極間に接続された基準抵抗と、基準パルスを前記ダイヤフラム-電極間に印加する手段と、印加された基準パルスの立ち上がり時間検出する手段を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 4 記載のインクジェット記録装置において、前記吐出室と、前記共通インク室が 1 枚のシリコン基板上に形成されており、前記ダイヤフラムがシリコン基板上に形成されていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 5 記載のインクジェット記録装置において、前記吐出室に圧力を加えるための圧力発生手段が、前記吐出室の壁面の一部に設けられた振動板と、該振動板に対して所定の空隙を有して対向する電極とを有する静電アクチュエータであり、前記静電アクチュエータに、パルス電圧を印加して得られる静電気力によって前記振動板を変形させて、インク滴を吐出させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 5 記載のインクジェット記録装置において、前記吐出室に圧力を加えるための圧力発生手段が、前記吐出室の壁面の一部に設けられた振動板と、該振動板に固着された圧電素子からなり、該圧電素子に電気パルスを印加することによって前記振動板を変形させて、インク滴を吐出させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 8】 請求項 1 乃至請求項 5 記載のインクジェ

ット記録装置において、前記吐出室に圧力を加えるための圧力発生手段が、前記吐出室の内部に設けられた発熱素子であり、該発熱素子に電気パルスを印加することによって、前記吐出室内に発生する気化圧力により前記ノズルからインク液滴を吐出させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 9】 インク滴を吐出するための複数のノズルを有するインクジェット記録装置において、前記複数のノズルの各々に連通する独立の吐出室と、該吐出室の底壁に形成された振動板と、前記吐出室に連通する共通インク室と、該共通インク室の底壁に形成されたダイヤフラムが形成されたシリコン基板と、

該シリコン基板の下面に接合される基板であって、前記各振動板に所定の間隔をもって対向する第 1 の電極と、前記ダイヤフラムに所定の間隔をもって対向する第 2 の電極が上面に形成された下基板と、

前記振動板と前記第 1 の電極間に充放電を行うことにより、そこに発生する静電気力により前記振動板を変形させて、前記ノズルよりインク滴を吐出させる駆動手段と、

前記ダイヤフラムと前記第 2 の電極間の静電容量の変化を検出し、所定量の変化があったときにインクエンドを認識するインクエンド検出手段とを有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 10】 請求項 1 記載のインクジェット記録装置の制御方法において、

前記吐出室内に圧力を発生させて前記ノズルよりインク液滴を吐出する印刷工程と、

前記印刷工程の前もしくは後に前記ダイヤフラムの形状の変化を検出するインクエンド検出工程とを含み、

該インクエンド検出工程で、所定量以上のダイヤフラムの形状の変化を検出したときに、インクエンド処理を行うことを特徴とするインクジェット記録装置の制御方法。

【請求項 11】 請求項 1 記載のインクジェット記録装置の制御方法において、前記吐出室内に圧力を発生させて前記ノズルよりインク液滴を吐出する印刷工程中に、前記ダイヤフラムの形状の変化を検出し、所定量以上のダイヤフラムの形状の変化を検出したときに、インクエンド処理を行うことを特徴とするインクジェット記録装置の制御方法。

【請求項 12】 請求項 11 記載のインクジェット記録装置の制御方法において、1 ライン印刷毎に前記ダイヤフラムの形状の変化を検出することを特徴とするインクジェット記録装置の制御方法。

【請求項 13】 請求項 11 記載のインクジェット記録装置の制御方法において、インク滴吐出毎に前記ダイヤフラムの形状の変化を検出することを特徴とするインクジェット記録装置の制御方法。

【請求項 14】 請求項 1 記載のインクジェット記録装

10

20

30

40

50

置に更に、前記ノズルよりインクを吸引する回復処理手段を備えたインクジェット記録装置の制御方法において、  
前記吐出室内に圧力を発生させて前記ノズルよりインク液滴を吐出する印刷工程と、  
前記回復処理手段により、ノズルよりインクを排出する回復処理工程とを含み、前記回復処理工程の前もしくは後に前記ダイヤフラムの形状の変化を検出し、所定量以上のダイヤフラムの形状の変化を検出したときに、インクエンド処理を行うことを特徴とするインクジェット記録装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はインクジェット記録装置に関し、特に、インクジェットヘッドに供給されるインクの残量を検出するインクエンド検出器に関する。

【0002】

【従来の技術】記録ヘッドにインクを供給するインクカートリッジもしくはインクタンク内のインク残量を圧力センサで検出する装置・方法が、例えば、特開昭60-24954号公報、特開平4-77264号公報、特開平4-20353号公報に開示されている。

【0003】これらは、記録ヘッドからインク貯留器内のインク供給路に圧力センサを設け、圧力の減少を検出することによりインク残量を検知するものであり、これにより、インクの欠乏を直接検知し、インクの噴射停止を未然に防止するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図7は、インクの消費量と記録ヘッドにかかる圧力の変化を示すグラフである。なお、グラフ中(a)はアルミバックにインクを貯留し、記録ヘッドにインクを供給するタイプのインクジェットプリンタにおいて実際に圧力を測定した例を、(b)はインク貯留部にフォーム(スポンジ)を用いた例を示すものである。

【0005】記録ヘッドのノズルからインクがたれることを防止するために、通常記録ヘッド内には一定な負の圧力(負圧)が保たれるようになっている。インクの消費が進み、バック内のインクの量が少なくなってくると、アルミバックの復元力、フォームに対するインクの浸透圧の増大により、急激に負圧が増大する。(以下、これらインク貯留部側に発生し、記録ヘッドからインクを戻す方向に働く力を背圧と呼ぶ。)

記録ヘッドからインク滴が吐出されると、吐出によって不足した分のインクが記録ヘッドに供給される。即ち、インク滴の吐出によって記録ヘッド内の圧力が低下することによりインクが記録ヘッド内に流れ込む。インク貯留部側に発生する背圧が記録ヘッド自体が発生する負圧よりも大きくなると、インクを記録ヘッドに供給できなくなる。つまり、上述の各公報に記載されたインク残量

検出装置は、背圧の大きさを検知してインクが終了(インクエンド)したことを報知するものである。

【0006】しかしながら、これらは、記録ヘッドとインク貯留器を結ぶインク供給路に圧力センサを設けているため、インク貯留部側に発生する背圧が、記録ヘッド自体が発生する負圧よりも大きくなった時点を精度良く検知することが困難であった。このため、インク貯留部側に発生する背圧が記録ヘッド自体が発生する負圧よりも大きくなる前に、インクエンドを検出すると、使用できるインクが十分に残った状態で、インクカートリッジが交換されることになり、インクが無駄になる。また、インク貯留部側に発生する背圧が記録ヘッド自体が発生する負圧よりも大きくなった後に、インクエンドが検出されると、記録ヘッドにインクが供給されない状態、即ち、印刷されない状態で印刷動作がしばらく続いた後に、インクエンドが報知されるという不具合が生じる。

【0007】また、記録ヘッドとインク貯留器を結ぶインク供給路は、ゴムもしくは樹脂製のチューブで形成されることが多く、このような部位に圧力センサを取り付けるのは製造工程上手間がかかり、また装置の小型化を阻害するおそれもある。

【0008】本発明のインクジェット記録装置は、上述の課題を解決するものであり、インクエンドを精度良く検出し、カートリッジ内のインクを無駄なく使用できるインクエンド検出器を備えたインクジェット記録装置を提供するものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明のインクジェット記録装置は、複数のノズルと、該ノズルの各々に連通する独立の吐出室と、該吐出室に連通する共通インク室とを備え、前記吐出室内に圧力を発生させて前記ノズルよりインク液滴を吐出するインクジェット記録装置において、前記共通インク室の一部に形成された、室内の圧力に応じて変形可能なダイヤフラムと、前記ダイヤフラムの形状の変化を検出するインクエンド検出手段を有することを特徴とする。

【0010】かかる構成によれば、インク供給路中最も吐出室(ノズル)に近い位置に設けられた共通インク室に形成されたダイヤフラムの形状の変形を検知してインクエンドを検出するため、インク貯留部側に発生する背圧が、記録ヘッド自体が発生する負圧よりも大きくなった時点を精度良く検知することが可能である。

【0011】インク滴を吐出するために吐出室に圧力を加えるための圧力発生手段としては、吐出室の壁面の一部に設けられた振動板に対して所定の空隙を有して対向する電極を有する静電アクチュエータを設け、該静電アクチュエータにパルス電圧を印加して得られる静電気力によって前記振動板を変形させてインク滴を吐出させる方式、吐出室の壁面の一部に設けられた振動板と、該振動板に固着された圧電素子に電気パルスを印加すること

によって前記振動板を変形させてインク滴を吐出させる方式、吐出室内の内部に設けられた発熱素子に電気パルスを加えることによって、吐出室内に発生する気化圧力により前記ノズルからインク液滴を吐出させる方式等を用いることができる。

【0012】また、ダイヤフラムの形状の変形を検知する手段には、例えば、ダイヤフラムに空隙をもって対向する電極を設け、ダイヤフラムと電極間の間隔の変化に応じて変化するダイヤフラム-電極間の静電容量の変化を検出する方式を用いることができる。

【0013】この静電容量の変化を検出する方式は、上述した各吐出方式の記録ヘッドに採用することができる。製造工程を容易にする観点からすれば、インクエンド検出に用いるセンサは、吐出に用いるアクチュエータと同等の構造・材質を有するものを用いることが望ましい。即ち、静電容量検出型のインクエンドセンサは、静電アクチュエータを用いてインク滴を吐出させる記録ヘッドに好適である。

【0014】このように、ダイヤフラムの形状の変形を検知する手段に静電容量検出型を用いた場合、基準電圧を前記ダイヤフラム-電極間に印加し、該ダイヤフラム-電極間の電圧の変化を検出する手段を用いてインクエンドを検出してもよい。この方法は、印刷工程中に常にインクエンドを検出する場合に好適な方法である。また、ダイヤフラム-電極間に接続された基準抵抗と、基準パルスを前記ダイヤフラム-電極間に印加する手段と、印加された基準パルスの立ち上がり時間を検出してインクエンドを検出してもよい。この方法は、印刷工程の前後にインクエンドを検出する場合に好適な方法である。

【0015】ダイヤフラムの材質については、異方性エッチングを用いて均一なダイヤフラムを作ることができるため、共通インク室をシリコン基板上に形成し、底面にシリコン製のダイヤフラムを形成することが好ましい。

【0016】また、本発明のインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するための複数のノズルを有するインクジェット記録装置において、前記複数のノズルの各々に連通する独立の吐出室と、該吐出室の底壁に形成された振動板と、前記吐出室に連通する共通インク室と、該共通インク室の底壁に形成されたダイヤフラムが形成されたシリコン基板と、該シリコン基板の下面に接合される基板であって、前記各振動板に所定の間隔をもって対向する第1の電極と、前記ダイヤフラムに所定の間隔をもって対向する第2の電極が上面に形成された下基板と、前記振動板と前記第1の電極間に充放電を行うことにより、そこに発生する静電気力により前記振動板を変形させて、前記ノズルよりインク滴を吐出させる駆動手段と、前記ダイヤフラムと前記第2の電極間の静電容量の変化を検出し、所定量の変化があったときにインクエ

ンドを認識するインクエンド検出手段とを有することを特徴とする。かかる構成によれば、2枚の基板を接合するのみで、インク滴を吐出するための静電アクチュエータと、静電容量検出型のインクエンドセンサを得ることができ、精度の高いインクエンドセンサを内蔵した記録ヘッドを容易に製造することが可能である。

【0017】本発明のインクジェット制御方法は、上述したインクジェット記録装置の制御方法に関し、吐出室内に圧力を発生させて前記ノズルよりインク液滴を吐出する印刷工程と、ダイヤフラムの形状の変化を検出するインクエンド検出工程とを含み、該インクエンド検出工程で、所定量以上のダイヤフラムの形状の変化を検出したときに、インクエンド処理を行うことを特徴とする。インクエンド検出は、印刷工程の前後に行ってもよいし、印刷工程中に随時、例えば、1ライン毎、1吐出毎に行ってもよい。

【0018】また、上述のインクジェット記録装置に更に、ノズルよりインクを吸引する回復処理手段を備えたインクジェット記録装置に関しては、インク液滴を吐出する印刷工程に加え、回復処理手段により、ノズルよりインクを排出する回復処理工程を適宜行うことになるが、この場合、回復処理工程の前もしくは後に前記ダイヤフラムの形状の変化を検出するインクエンド検出工程を行うことが望ましい。これは、回復処理工程中、記録ヘッド内の負圧が増加するため、正確にインクエンドを検知できないためである。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を、静電容量検出型のインクエンドセンサを静電アクチュエータを用いてインク滴を吐出させる記録ヘッドに適用した例を用いて説明する。

【0020】図1は本実施形態のインクジェットヘッドの分解斜視図であり、一部断面図で示してある。本実施形態はインク液滴を基板の端部に設けたノズル孔から吐出させるエッジジェットタイプの例を示すものであるが、基板の上面部に設けたノズル孔からインク液滴を吐出させるフェイスジェットタイプでもよい。図2は組み立てられたインクジェットヘッド全体の斜視図、図3はインクジェットヘッドのインク流路部の断面側面図である。以下図に従い、本発明の実施形態について説明する。

【0021】本実施形態のインクジェットヘッド10は次に詳述する構造を持つ3枚の基板1、2、3を重ねて接合した積層構造となっている。

【0022】中間の第1の基板1は、シリコン基板であり、複数のノズル孔4を構成するように、基板1の表面に一端より平行に等間隔で形成された複数のノズル溝11と、各々のノズル溝11に連通し、底壁を振動板5とする圧力発生部である吐出室6を構成することになる凹部12と、凹部12の後部に設けられたオリフィス7を

構成することになるインク流入口のための細溝13と、各々の吐出室6にインクを供給するためインク供給部であるリザーバ(共通インク室)8を構成することになる凹部14と、凹部14の後部に設けられたフィルター51を構成することになるフィルター溝52を有する。凹部14の底壁には、インクエンド検出部の一部となるダイヤモンド55が形成されている。

【0023】本実施形態においては、振動板5とこれに対向して配置される電極21との対向間隔の長さG(図3参照、以下「ギャップ長」と記す。)が、凹部15の深さと電極の厚さとの差になるように、間隔保持手段を第2の基板2に形成した振動室用の凹部15により構成している。また、別の例として凹部の形成は第1の基板1の下面でもよい。また、ダイヤモンド55とこれに対向して配置されるインクエンドセンサ用の電極54との対向間隔もおよそ長さGとなっている。

【0024】また、第1の基板1への共通電極17の付与については、半導体及び電極である金属の材料による仕事関数の大小が重要であり、本実施形態では共通電極材料にはチタンを下付けとし白金、またはクロムを下付けとし金を使用しているが、本実施形態に限定されるものではなく、基板1がP型半導体の場合は仕事関数が共通電極材料の方が大きくなるものであれば何でもよく、N型半導体の場合は仕事関数が共通電極材料の方が小さくなるような材料であれば何でもよい。

【0025】第1の基板1の下面に接合される下側の第2の基板にはホウ珪酸系ガラスを使用し、第1の基板1の振動板5の下部に電極21を装着するため振動室9を構成することになる凹部15が設けられている。また、ダイヤモンド55の下部に電極54を形成するための凹部16が、凹部15に隣接して設けられている。

【0026】この第2の基板2を第1の基板1に接合することによって振動室9、圧力センサの一部となる室53が形成される。第2の基板2上の振動板5、ダイヤモンド55に対応する各々の位置に、ITO導電膜を0.1 $\mu$ mスパッタし、振動板5、ダイヤモンド55とほぼ同じ形状にITOパターンを形成して駆動電極21、センサ電極54としている。駆動電極21はリード部22aによって端子部23aに連絡され、センサ電極54はリード部22bによって端子部23bに連絡されている。

【0027】第1の基板1の上面に接合される上側の第3の基板3は、第2の基板2と同じくホウ珪酸ガラスを用いている。この第3の基板3の接合によって、ノズル孔4、吐出室6、オリフィス7、リザーバ8及びフィルター51が構成される。

【0028】本実施形態においてはフィルター51は同時にインク供給口となっており、接続パイプ32が接続され、チューブ33を介して図示しないインクタンクに接続されている。

【0029】第1の基板1と第2の基板2は、温度300~500℃、電圧500~1000Vの印加で陽極接合され、また同条件で第1の基板1と第3の基板3を接合され、図3のようにインクジェットヘッドが組み立てられる。

【0030】また、基板1の表面には熱酸化により酸化シリコン膜が形成されており、駆動電極21と振動板5、ダイヤモンド55とセンサ電極54が接触しても短絡しないよう構成されている。絶縁膜としての熱酸化膜は厚すぎると電界が弱くなる原因となる一方、薄過ぎると繰り返し電界ストレスにより絶縁破壊しやすくなる。本実施形態ではこの熱酸化膜の厚さを0.13 $\mu$ mとしている。

【0031】図2に説明されるようにインクジェットヘッドを組み立てた後は、共通電極17と駆動電極21の端子部23a間、及びセンサ電極54の端子部23bにFPC101により駆動回路、検出回路を接続し、インクジェットヘッドユニットを構成する。インク103は、図示しないインクタンクよりヘッドフォルダ32、フィルター51を経てインクジェットヘッド10の内部に供給され、リザーバ8、吐出室6等を満たしている。

【0032】図3は上述のインクジェットヘッドユニットを搭載した本発明のインクジェット記録装置の一実施形態を示す概要図である。300は記録紙105を搬送するプラテン、301は内部にインクを貯蔵するインクタンクであり、インク供給チューブ306を介してインクジェットヘッド10にインクを供給する。302はキャリッジであり、インクジェットヘッド10を記録紙105の搬送方向と直行する方向に移動させる。キャリッジ302を移動させながら、駆動回路40により適時インクジェットヘッド10よりインク104を吐出させることにより、記録紙105に任意の文字や画像を印刷することができる。

【0033】符号303はポンプであり、インクジェットヘッド10のインク吐出不良時の回復動作を行った後、インクの詰め替えを行う等の場合、キャップ304、廃インク回収チューブ308を介してインクを吸引し、排インク溜305に回収する機能を果たしている。

【0034】なお、本実施形態では、インクジェットヘッド10のみをキャリッジ302に配設したものを示すが、これに限定されるものではなく、インクタンクはキャリッジ上に配設されてもよいし、インクタンクをヘッドと一体に構成したいわゆるディスポーザブルタイプ(インクタンクのインクが空になった時点でインクジェットヘッドごと交換するタイプ)に適用してもよい。

【0035】図4は、本発明の実施形態を示す機能ブロック図である。符号201は振動板5-駆動電極間21に充放電を行い、吐出室6内に圧力を発生させてノズル4よりインク滴を吐出させるための駆動回路、符号203はダイヤモンド55-センサ電極54間の静電容量、

または静電容量の変化を検出するための検出回路である。また、符号202はプリンタを制御する演算回路(CPU)であり、符号204はインクエンドを検出したときにユーザにその旨を警告するためのインクエンド報知手段である。この報知手段204は、例えばLEDを点灯させたり、警告音を発生したりしてユーザにインクエンドを報知する。

【0036】不図示のホストから送られた印刷データ、コマンドがCPU202によって処理されて、駆動回路201が制御される。これにより、振動板5-駆動電極21間に充放電を行い、記録紙に画像が記録される。検出回路203は、リザーバ8内の圧力の変化を適宜検出し、所定値を越える圧力の変化が検出回路203によって検出されると、CPU202を介して、例えば、インクエンド報知手段204によってユーザにインクエンドが報知される。

【0037】図7に示したように、インクの消費が進み、バック内のインクの量が少なくなってくると、アルミバックの復元力、もしくはフォームに対するインクの浸透圧の増大により、急激に負圧(背圧)が増大する。これに伴い、ダイヤフラム55は上方(矢印方向)に撓む。この撓みにより、ダイヤフラム55-センサ電極54間で構成されるコンデンサの静電容量が減少する。この静電容量の変化が検出回路203によって検出される。

【0038】以下、検出回路203の具体例及びその作用について図5、図6を用いて説明する。図5(a)は、基準電圧を前記ダイヤフラム-電極間に印加し、該ダイヤフラム-センサ電極間の電圧の変化を検出するための検出回路203aを示す回路図である。図5(b)は、インクジェットヘッド駆動時の振動板5-電極間21間の電圧波形V1と、検出回路203aの出力である電圧波形V2を示す波形図である。

【0039】検出回路203aは、主に抵抗R1、R2、ダイオードD1及びオペアンプOPから構成され、図示のように、定電圧がダイヤフラム55-センサ電極54からなるコンデンサに印加されるように各素子が接続されている。ダイヤフラム55-センサ電極54からなるコンデンサの静電容量の変化に従って、出力端子T0からは、ダイヤフラム55-センサ電極54間の電圧変化が出力される。

【0040】図5(b)に示されるように、時刻t0~t1まで振動板5-駆動電極21間の充電が行われ、振動板5は駆動電極21側に撓む。このとき、振動室6内には負圧が発生し、ノズル4に形成されているメニスカスが振動室6側に後退すると共に、リザーバ8内のインクも振動室6内流れ込み、リザーバ8内にも負圧が発生することになる。この負圧によってダイヤフラム55が上方に変形し、検出回路203aの出力電圧V2は図示(w1部分)のように低下する。

【0041】時刻t1で振動板5-駆動電極21間の充電を停止する。振動板5は電極21に引きつけられたまま保持される。振動室内6に発生した負圧は、リザーバ8からインクが流れ込むことにより、徐々になくなっていく。そして、ダイヤフラム55は元の状態に戻り、検出回路203aの出力電圧V2も図示(w1部分)のように時刻t0以前の電圧に戻る。

【0042】時刻t2~t3にかけて、振動板5-駆動電極21間の放電が行われ、振動板5はその弾性力によって、元の形状に復元する方向に撓む。このとき、振動室内6に正圧が発生し、ノズル4よりインク滴が吐出される。ここで生じた正圧はリザーバ8内にも伝搬し、ダイヤフラム55が下方に変形し、ダイヤフラム55-電極54間の静電容量が増加し、検出回路203aの出力電圧V2は図示(w2部分)のように上昇する。

【0043】ノズル4からインク滴が吐出され、振動板5が元の形状に復元すると、再び吐出室6内に負圧が発生する。この負圧はリザーバ8内に伝搬し、再びダイヤフラム55が上方に変形し、検出回路203aの出力電圧V2は図示(w3部分)のように低下する。このようにリザーバ8内に負圧が発生するとダイヤフラムは上方に撓み、静電容量が減少し、出力電圧V2は低下する。発生する負圧が大きいほどダイヤフラムは大きく撓み、出力電圧V2も大きく低下する。

【0044】吐出室6から伝搬する負圧の他に、図7に示されるインク貯留部側に発生する背圧がリザーバ8内に加わることは前述したとおりである。この背圧が大きくなるほど、電圧波形V2の一部w1、w3の振幅が増大する。(図5(b)の波線で示す部分。)この電圧波形の振幅の大きさを検出することにより、インクエンドを精度良く検知する事ができる。例えば、検出回路203aの出力電圧V2を、不図示のコンパレータを用いて、基準電圧Vrefと比較し、電圧V2が基準電圧Vrefより低下したことを検出すると、インクエンドをユーザに報知し、カートリッジの交換を促す。この基準電圧Vrefの大きさは、インク貯留部側に発生する背圧が記録ヘッド自体が発生する負圧よりも大きくなる時点の電圧波形V2の振幅に相当する値に予め設定されている。

【0045】これにより、まさに背圧が急激に上昇し(図7のX部分)インクがヘッドに供給できなくなった瞬間を検出できるため、使用できるインクが十分に残った状態で、インクカートリッジが交換されることがなく、また、印刷されない状態で印刷動作がしばらく続いた後に、インクエンドが報知されるという不具合が起こらない。以上述べた検出方法は、印刷工程中に常にインクエンドを検出する場合に好適な方法である。

【0046】図6(a)は、検出回路の他の実施形態を示す回路図であり、図6(b)はこの検出回路の入力と出力の電圧波形を示す波形図である。ダイヤフラム55

一電極54からなるコンデンサには、図示のごとく基準抵抗 $R_{ref}$ が接続されている。矩形上の基準パルス $P_0$ を検出回路203bの入力端子 $V_{in}$ に印加すると、出力端子 $V_{out}$ には、図示のように1次遅系の波形が出力される。この出力波形の立ち上がり時間は、検出回路の時定数（基準抵抗 $R_{ref}$ の抵抗値×コンデンサの容量 $C$ ）で決まる。従って、リザーバ8内の負圧（カートリッジの背圧）が増大すれば、コンデンサの時定数によって変化するため、ダイヤフラム55-センサ電極54間の静電容量が減少し、立ち上がり時間も短くなる。（図6（b）において実線の波形が波線の波形に移行する。）この出力波形 $V_{out}$ の立ち上がり時間の変化を検出することにより、インクエンドを精度良く検知する事ができる。例えば、検出回路203bの出力電圧 $V_{out}$ を、不図示のコンパレータを用いて、基準電圧 $V_{ref}$ と比較し、時刻 $t_0$ から出力電圧 $V_{out}$ が基準電圧 $V_{ref}$ まで到達する時間 $t_2$ 、 $t_3$ を計測し、この立ち上がり時間が基準時間より短くなったことを検出すると、インクエンドをユーザに報知し、カートリッジの交換を促す。この基準時間は、ダイヤフラム55、電極55からなるコンデンサが、インク貯留部側に発生する背圧が記録ヘッド自体の発生する負圧よりも大きくなる時点の静電容量を示したときの立ち上がり時間とほぼ等しくなるように予め設定されている。

【0047】これにより、まさに背圧が急激に上昇し（図7のX部分）インクがヘッドに供給できなくなった瞬間を検出できるため、使用できるインクが十分に残った状態で、インクカートリッジが交換されることがなく、また、印刷されない状態で印刷動作がしばらく続いた後に、インクエンドが報知されるという不具合が起こらない。

【0048】なお、基準パルス $P_0$ は例えば、印刷工程の前後にダイヤフラム55-電極54間に印加され、インクエンドが確認される。シリアル型のプリンタの場合、1行印刷する毎に基準パルス $P_0$ を印加し、インクエンドを確認しても良い。以上述べた検出方法は、印刷工程の前後にインクエンドを検出する場合に好適な方法である。

【0049】また、図3に示したように、インク吐出不良時には、ポンプ303を駆動してインクジェットヘッド10のノズルより不良インクを排出する回復処理工程を適宜行うことになるが、この場合、回復処理工程の前もしくは後に前記ダイヤフラムの形状の変化を検出するインクエンド検出工程を行うことが望ましい。これは、回復処理工程中、記録ヘッド内の負圧が増加するため、正確にインクエンドを検知できないためである。

【0050】なお、本実施形態では、インク滴を吐出するために吐出室に圧力を加えるための圧力発生手段として静電アクチュエータにパルス電圧を印加して得られる

静電気力によって吐出室内の振動板を変形させてインク滴を吐出させる方式を用いたものについて説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、吐出室内の振動板に固着された圧電素子に電気パルスを印加することによって振動板を変形させてインク滴を吐出させる方式（ピエゾ方式）、吐出室の内部に設けられた発熱素子に電気パルスを印加することによって、吐出室内に発生する気化圧力により前記ノズルからインク液滴を吐出させる方式（サーマルジェット方式）等を用いることができる。

#### 【0051】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、インクエンドを精度良く検出し、カートリッジ内のインクを無駄なく使用できるインクエンド検出器を備えたインクジェット記録装置を提供することができる。また、これにより、使用できるインクが十分に残った状態で、インクカートリッジが交換されることもなく、印刷されない状態で印刷動作がしばらく続いた後に、インクエンドが報知されるという不具合が生じないという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のインクジェットヘッドの分解斜視図。

【図2】本発明の一実施形態のインクジェットヘッドの斜視図。

【図3】本発明の一実施形態のインクジェットプリンタの斜視図。

【図4】本発明のインクジェットプリンタの一実施形態を示す機能ブロック図である。

【図5】本発明のインクエンド検出回路の一実施形態を示す回路図及び波形図。

【図6】本発明のインクエンド検出回路の他の実施形態を示す回路図及び波形図。

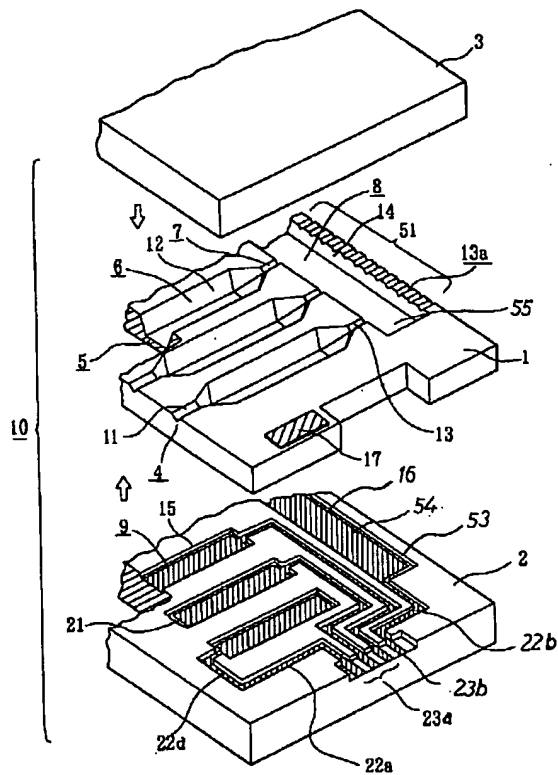
【図7】カートリッジ内のインクの消費量に伴う記録ヘッドにかかる圧力の変化を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

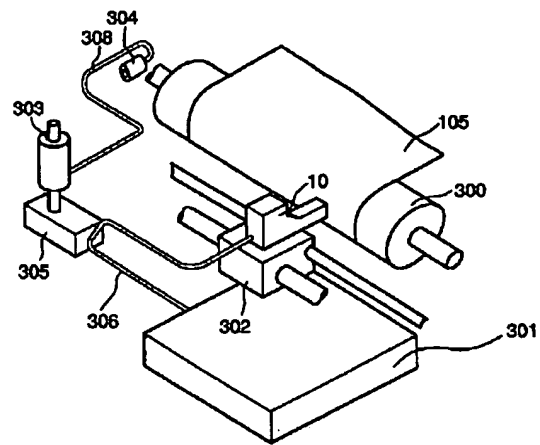
- 4 ノズル
- 5 振動板
- 6 吐出室
- 8 リザーバ
- 10 インクジェットヘッド
- 21 駆動電極
- 54 センサ電極
- 55 ダイヤフラム
- 201 駆動回路
- 202 演算回路（CPU）
- 203 静電容量検出回路
- 204 インクエンド報知手段



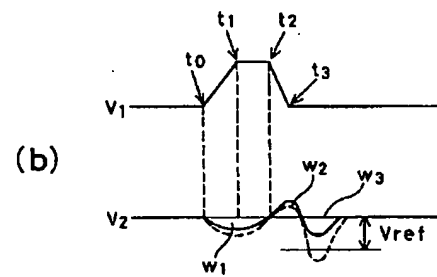
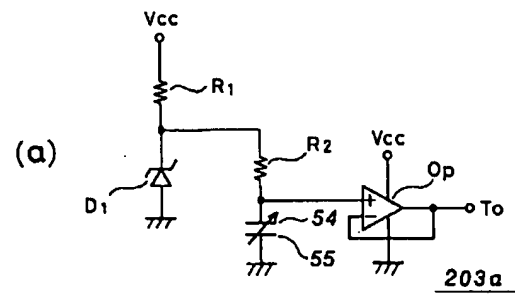
【図1】



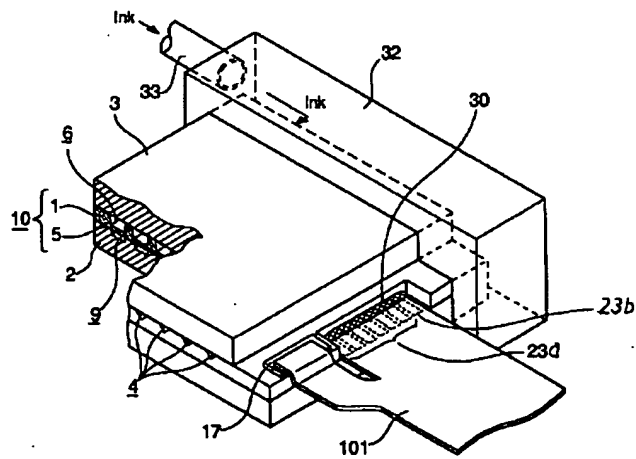
【図3】



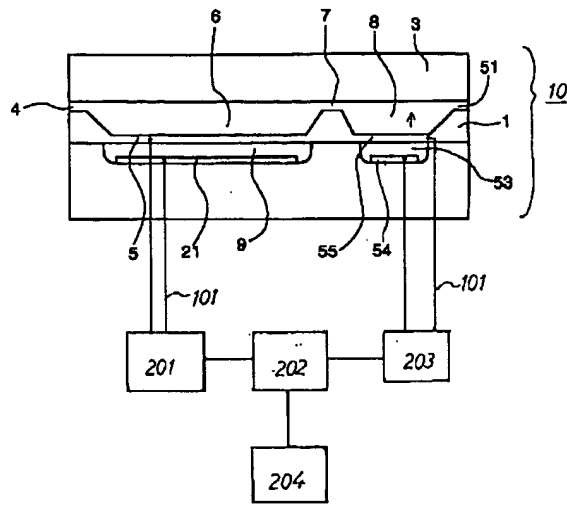
【図5】



【図2】

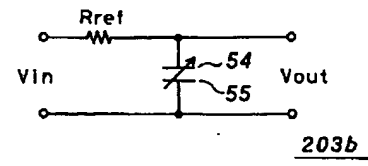


【図4】

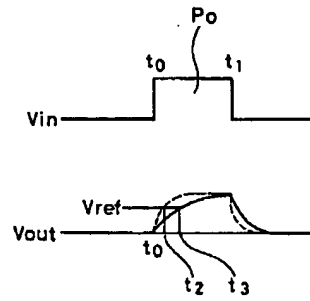


(a)

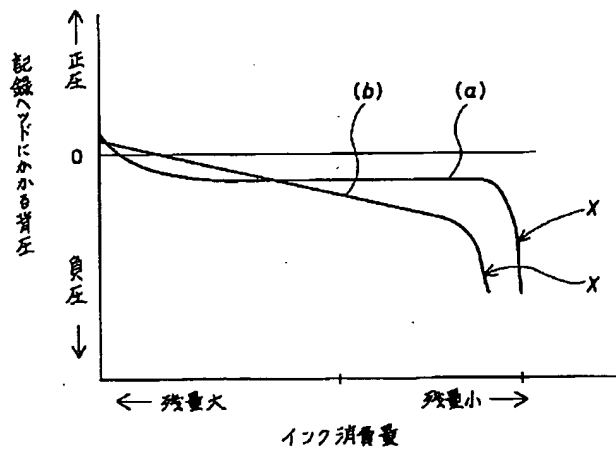
【図6】



(b)



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**